

Все расчеты и построения диаграмм распределения пористости выполняли с помощью аппаратно-программного комплекса "ТЕНЗОР" [2], в частности, модуля исследования пластических деформаций "ТЕНЗОР-ДЕФОРМ". Для снижения погрешности оцифровки фотографий был использован модуль "ТЕНЗОР-КНЮП-ПЕЛЬ" того же комплекса. Этот модуль позволяет в интерактивном режиме "склеивать" координаты вершин ячеек с помощью мыши и при необходимости корректировать их в параметрической форме. Для контроля расчетной сетки ее можно показывать поверх изображения или скрывать. После достижения удовлетворительного соответствия сетки исходному изображению координаты ячеек экспортируются в один из стандартных форматов данных и передаются в модуль "ТЕНЗОР-ДЕФОРМ". Результат расчета - диаграмма распределения пористости (рис.1 б, 1 г) и таблицы расчетных значений.

## ВЫВОДЫ

1. Реализация визиопластического метода с учетом изменения толщины линий сетки при исследовании деформации порошковых материалов дает более реалистичные результаты расчета.

2. Автоматизация обработки изображений сетки на различных этапах деформации значительно сокращает объем рутинной работы и повышает точность расчетов.

**Список литературы:** 1. Евстратов В.А. Теория обработки металлов давлением [Текст] / В.А.Евстратов. - Харьков: "Вища школа", 1981. - 248 с. 2. Баглюк Г. А. Апаратно-програмний комплекс для дослідження структурних змін деформованого матеріалу [Текст] / Г.А.Баглюк, О.І.Хоменко, Д.А.Гончарук // Наукові нотатки: Міжвузівський збірник (за напрямом "Інженерна механіка"). - 2009.- Вип. 25, ч. II. - С.9 -11

## УДК 621.777

**В.О. ЄВСТРАТОВ**, доктор техн. наук, проф., НТУ «ХПІ»

**В. О. БОРИСОВСЬКА**, аспірантка кафедри ОМТ, НТУ «ХПІ»

## НОВИЙ МЕТОД КАЛІБРУВАННЯ ЗАГОТОВАНOK ПОСТІЙНОГО ОБ'ЄМУ

В статье рассматривается влияние жесткости прессы на качество и точность размеров заготовок для деталей, полученных холодных выдавливанием. Также показана связь получения точного высотного размера и объема заготовки с жесткостью прессы.

В статті розглядається вплив жорсткості пресу на якість й точність розмірів заготовок для деталей, що отримані холодним видавлюванням. Також показаний зв'язок виготовлення точного висотного розміру та об'єму заготовки з жорсткістю пресу.

The influence of press stiffness on quality and precision of dimensions of workpieces for details manufactured with cold extrusion was reviewed. Also the relation of execution of precise high and volume of workpiece with press stiffness.

В різних галузях промисловості використовують деталі різні за формою та розмірами. В аерокосмічній галузі та приладобудуванні часто використовують деталі з такими важливими властивостями, як низька щільність, висока пластичність та міцність, що мають алюмінієві та мідні сплави.

Такі деталі потребують точних розмірів геометричних елементів, що зумовлює точний об'єм вихідної заготовки.

Заготовки з точним об'ємом часто виготовляються способами механічного оброблення з пруткового матеріалу. Але часто коливання діаметрального розміру та довжини заготовки після розрізання спричиняють відчутні коливання об'єму заготовки. У багатьох випадках при штампуванні точних складних деталей це призводить до перевантаження штампа або до незаповнення рівчака.

Щоб цього уникнути, можна скористатись відомими способами калібрування заготовок [1, 2].

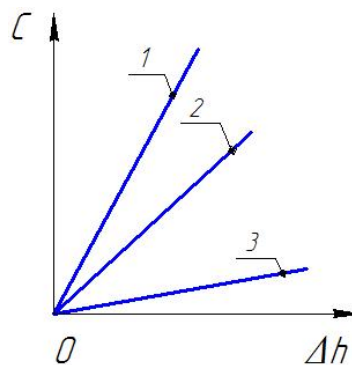
Зусилля калібрування за технічним рішенням [2] може суттєво змінюватись залежно від якості відпалу заготовки, способу нанесення мастил, типу обладнання, на якому здійснюватиметься операція калібрування, та деяких інших чинників.

Обладнання, на якому можна здійснити калібрування, має певну жорсткість  $C$ , що визначається відношенням зусилля деформації  $F_d$  до сумарної пружної деформації елементів преса  $\Delta h$ , яка визначається як збільшення відстані між робочими частинами, тобто  $C = \frac{F_d}{\Delta h}$ .

Величина жорсткості преса для різних типів може лежати в широких межах [3]:

- для відкритих пресів  $C = 0,5 \dots 1,0$  Н/мм;
- для закритих пресів  $C = 1,0 \dots 2,0$  Н/мм;
- для калібрувальних пресів  $C = 2,86 \dots 10,0$  Н/мм.

Залежність жорсткості пресу від переміщення можна показати на графіку (рис. 1).



1 – для карбувальних пресів; 2 – для закритих пресів; 3 – для відкритих пресів

Рисунок 1 – Залежність жорсткості преса від переміщення робочого інструменту

Отже, при однакових значеннях переміщень карбувальний прес має більше зусилля, ніж калібрувальний. Але металоємність і вартість карбувальних пресів значно більші за металоємність та вартість звичайних відкритих пресів. З цієї причини більш поширеними на підприємствах були й залишаються відкриті пре-

си простої дії. Виходячи з цього, слід орієнтуватися на обладнання, встановлене на підприємствах.

Оскільки зусилля карбування за технічним рішенням [2] може суттєво змінюватись залежно від багатьох чинників, то можна стверджувати, що зусилля деформації буде варіюватись залежно від переміщення пуансона (рис. 2). Зважаючи на те, що об'єм заготовки не постійний, а може коливатись в інтервалі  $\Delta V$ , переміщення пуансона буде також не постійним при фіксованому діаметральному розмірі заготовки воно буде змінюватись в інтервалі  $\pm \Delta h_{пр.}^*$ . Відповідно, зусилля деформації буде змінним залежно від поточного значення переміщення повзуна.

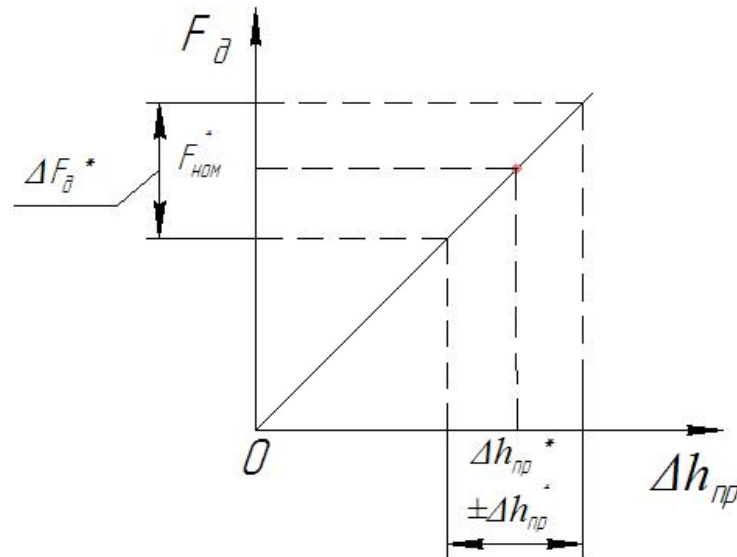


Рисунок 2 – Залежність зусилля деформації від пружної деформації елементів пресу

Якщо підвищити жорсткість пресу та зменшити тим самим  $\Delta h_{пр}$ , то висотний розмір та об'єм заготовки будуть визначатися їх номінальними значеннями та інтервалом допуску на них. Тоді висотний розмір заготовки можна визначити:

$$h_{заг} = h_{ном} \pm \Delta \pm h_{пр},$$

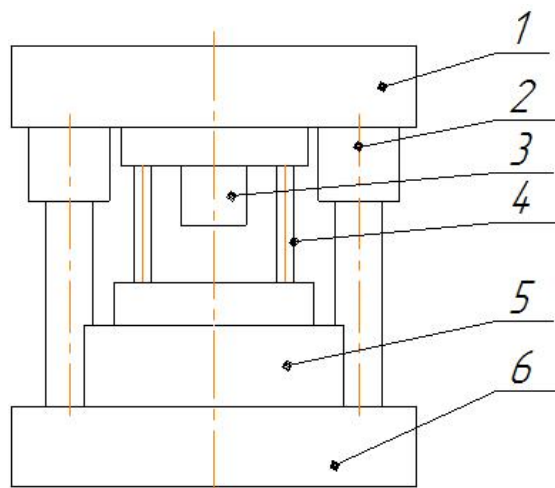
де  $h_{ном}$  – номінальний розмір, що забезпечує точний номінальний об'єм заготовки;

$\Delta$  – допуск на висотний розмір, що визначається способом отримання заготовки та її обробкою;

$h_{пр}$  – величина пружної деформації системи «прес».

Отже поставлена задача – виготовлення точної заготовки – зводиться до визначення способу виготовлення заготовок, що дозволить отримання точного об'єму при мінімальних витратах на технологічний процес.

Для того, щоб підвищити жорсткість звичайного пресу та отримати точну за об'ємом заготовку, використовують дистанцери. Дистанцер може бути встановлений як між елементами станіни преса, так і між елементами штаму для підвищення жорсткості пресу та зменшення пружної деформації елементів пресу (рис. 3).



- 1 – верхня плита штампу;
- 2 – напрямні колонки з втулками;
- 3 – пуансон;
- 4 – дистанцер;
- 5 – матриця;
- 6 – нижня плита штампу

Рисунок 3 – Схема штампу з дистанцером між елементами штампу

Другий варіант більш прийнятний із-за його універсальності та легкості використання його в штампі при низькій металоємності у порівнянні з дистанцерами між елементами преса.

Отже, одним із способів отримати точну заготованку та звужити інтервал варіювання її об'єму, а значить, і висотного розміру на звичайному пресі є підвищення жорсткості пресу шляхом використання дистанцерів.

**Список використаних джерел:** 1. Соловцов С.С. Безотходная разрезка сортового проката в штампах. – М.: Машиностроение, 1985. – 176 с. 2. Патент №1386347 В21 J13/02. Выдан 07.04.88, заявка – 11.06.86. В.А. Евстратов, В.И. Рудь, О.М. Иванов, М.М. Шевченко, А.И. Ткаченко, А.А. Донец. Матрица для объемного деформирования. 3. Л.И. Живов, А.Г. Овчинников, Е.Н. Складчиков. Кузнечно-штамповочное производство. – М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. – 560 с.

**УДК 621.98.044.001.24**

**ДРАГОБЕЦКИЙ В.В.**, докт. техн. наук, проф., КНТУ, г. Кременчуг

**МОРОЗ Н.Н.**, канд. техн. наук, доцент, КНТУ, г. Кременчуг

**САВЕЛОВ Д.В.**, канд. техн. наук, доцент, КНТУ, г. Кременчуг

**НАУМОВА Е.А.**, инженер, КНТУ, г. Кременчуг

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ИДЕАЛЬНОГО ПЛАСТИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА**

Розглянуто поняття ідеального пластичного процесу. Запропоновано критерії мінімізації параметрів і цільова функція. Представлено загальний підхід до визначення параметрів зовнішнього навантаження для забезпечення однорідності деформацій і швидкостей деформацій. Надано практичні рекомендації зі знаходження оптимальних навантажень.

**Ключові слова:** навантаження, деформація мінімізація, ідеальний пластичний процес

Рассмотрено понятие идеального пластического процесса. Предложены критерии минимизации параметров и целевая функция. Представлен общий подход к определению параметров внешне-